〈目次〉

第１講　力学 …… p. 2
第２講　電磁気学 …… p. 5
第３講　波動 …… p. 10
第４講　熱力学・原子分野 …… p. 13

第１講　力学

1

図のように水平と角度$\theta(>0)$をなす斜面上の原点Oから，斜面と角度αをなす方向に初速v_0で質量mの小球を投射した。原点から斜面に沿って上向きにx軸を，斜面から垂直方向上向きにy軸をとる。斜面はなめらかで十分に長く，小球と斜面とのはね返り係数は$e(0<e<1)$とする。重力加速度の大きさをgとし，空気抵抗は無視する。また，角度θとαは$0<\theta+\alpha<\dfrac{\pi}{2}$の関係を満たすものとする。

小球を投射した時刻を$t=0$とし，小球が斜面に衝突するまでの運動について考える。

(1)　小球にはたらく重力のx成分，y成分を示せ。

(2)　時刻tにおける小球の速度のx成分，y成分を示せ。

(3)　時刻tにおける小球の位置のx座標，y座標を示せ。

(4)　小球が斜面と衝突する時刻を求めよ。

(5)　小球が斜面と衝突する点の原点Oからの距離ℓを求めよ。

(6)　距離ℓが最大となる角度αと，そのときの距離ℓ_{max}を求めよ。

小球が斜面に対して垂直に衝突した場合について考える。

(7)　角度αとθの関係式を求めよ。

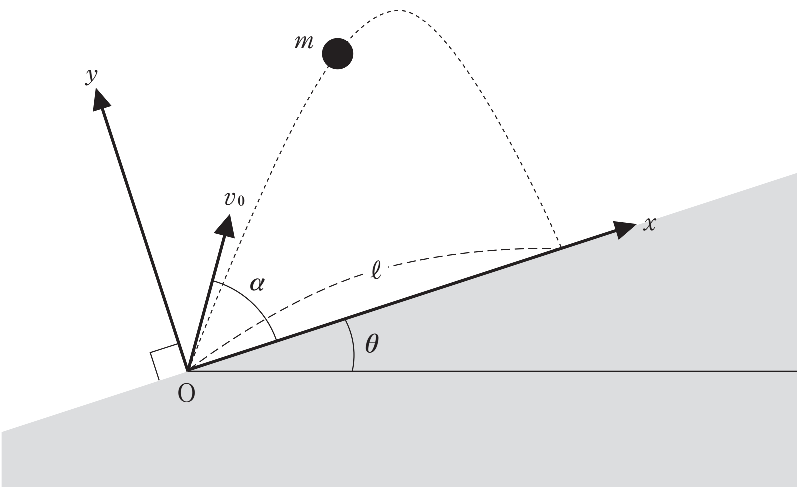
(8)　小球が斜面に衝突する直前の速さv_1をθを用いて表せ。

原点から投射した小球が斜面と垂直に１回目の衝突をしたあと，斜面上をバウンドしながら運動を続けた。

以下では解答にv_1を用いてよい。

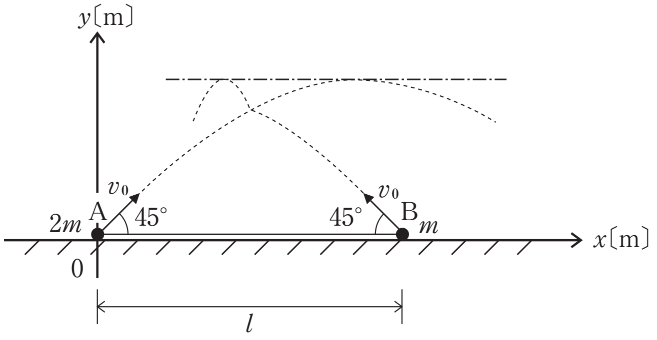
(9)　１回目の衝突から２回目に衝突するまでの時間を求めよ。

(10)　１回目の衝突からバウンドがおさまるまでの時間を求めよ。


m
y
v_0
x
α
ℓ
θ
O

2

図のように，質量２m〔kg〕の小球Ａと質量m〔kg〕の小球Ｂが，自然長l〔m〕のゴムでつながって地面の上にある。小球Ａ—Ｂ間の距離がlの状態から，２つの小球を地面から互いに向けて速さv_0〔m/s〕，角度45°で同時に打ち上げた。その後，２つの小球は空中で一度衝突して，等しい高さの最高到達点に達した後，地面に落下してはね返った。x軸，y軸を図のようにとり，初めの小球Ａの位置を原点にとる。ゴムは質量が無視できるほど小さく，自然長lよりs〔m〕だけ長くなったときks〔N〕の復元力を小球に及ぼすが，それ以外に小球の運動を全くさまたげないとする。空気抵抗は無視し，小球の大きさも無視する。また，小球同士の衝突，および小球と地面との衝突は弾性衝突である。以下の空欄を，l，v_0，m，k，および重力加速度g〔m/s^2〕のうち必要な記号および数字を用いて表せ。



小球を打ち上げてから初めて衝突するまでの時間は［(1)］〔s〕である。衝突直後においては，小球Ａの速度のx成分は［(2)］〔m/s〕，小球Ｂの速度のx成分は［(3)］〔m/s〕である。そのとき，速度のy成分は小球ＡとＢで等しく［(4)］〔m/s〕となる。また，ゴムでつながった２つの小球の重心をＧとしたとき，衝突するまでの間の重心Ｇの速度のx成分は［(5)］〔m/s〕である。

小球Ａ，Ｂの最高到達点の高さは［(6)］〔m〕である。

１度目に地面に落ちた瞬間には，ゴムの復元力によって２つの小球の相対速度が０となっていた。このとき，重心Ｇのx座標は［(7)］〔m〕であり，小球Ａ—Ｂ間の距離は［(8)］〔m〕である。

２つの小球が1度地面ではね返った後，空中で再び衝突して，2度目に地面に落ちる瞬間の小球Ｂのx座標は［(9)］〔m〕である。

第２講 電磁気学

3

図１のように，抵抗値Rの抵抗器，自己インダクタンスLのコイル，電気容量Cのコンデンサーが，角周波数ωの交流電源に直列に接続された電気回路がある。この回路に流れる電流Iを$I=I_0\sin\omega t$，交流電源の電圧Vを$V=V_0\sin(\omega t+\varphi)$とする。ただし，$I_0$，$V_0$，$\varphi$はそれぞれ電流の最大値，電圧の最大値，電流と電圧の位相差とする。また，時間をtとする。

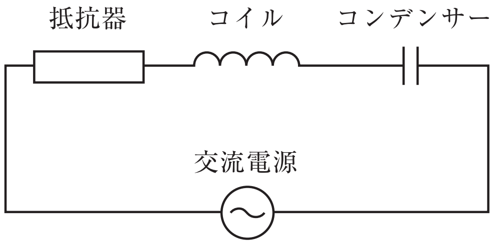


図１

(1) 直列接続であるため，各素子に流れる電流は等しい。抵抗器，コイル，コンデンサーの両端にかかる電圧をそれぞれV_R，V_L，V_Cとしたとき，これらを表す式として正しいものを次の①～⑨の内から一つずつ選んで番号を答えなさい。なお，V_RはIと同位相で，V_LはIに対し位相が$\dfrac{\pi}{2}$だけ進んでおり，V_CはIに対し位相が$\dfrac{\pi}{2}$だけ遅れている。

① $RI_0\sin\omega t$	② $\omega RI_0\sin\omega t$	③ $\omega RI_0\cos\omega t$
④ $\omega L\sin\omega t$	⑤ $\omega LI_0\cos\omega t$	⑥ $2\pi\omega LI_0\cos\omega t$
⑦ $-\dfrac{I_0}{\omega C}\sin\omega t$	⑧ $\dfrac{I_0}{\omega C}\cos\omega t$	⑨ $-\dfrac{I_0}{\omega C}\cos\omega t$

(2) 交流電源の電圧の最大値V_0をI_0，ω，R，Cのうち必要なものを用いて求めなさい。また，導出過程を記述しなさい。なお，必要であれば三角関数の公式

$$a\sin\theta+b\cos\theta=\sqrt{a^2+b^2}\sin(\theta+\alpha)\qquad \text{ただし，}\tan\alpha=\frac{b}{a}$$

を用いてもよい。

(3) 図２のように，この回路に加える交流電圧の角周波数ωを変化させると，特定の角周波数で大きな電流が流れ共振した。I_0が最大となる角周波数ω_0をI_0，R，L，Cのうち必要なものを用いて求めなさい。

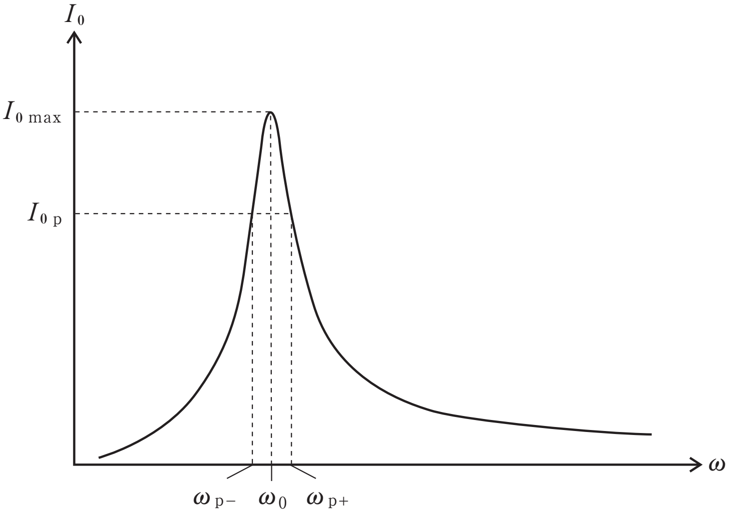


図２

⑷ 共振周波数が10HzになるためのLの条件を，I_0，R，Cのうち必要なものを用いて求めなさい。

⑸ 図２に示すようにI_0が最も大きい状態I_{0max}の$\dfrac{1}{\sqrt{2}}$倍の値をI_{0p}とし，そのときの角周波数をω_{p+}とω_{p-}（$\omega_{p+}>\omega_{p-}>0$）とする。$\omega_{p+}$と$\omega_{p-}$の差を求める過程を記した次の文章の空欄［イ］・［ロ］に当てはまる式を求めなさい。

問題文より，$I_{0p}=\dfrac{1}{\sqrt{2}}I_{0max}$である。従って，回路のインピーダンスについて$\omega_p$（$=\omega_{p+}$，$\omega_{p-}$），$R$，$L$，$C$を用いて表すと$\sqrt{R^2+\left(\omega_p L-\dfrac{1}{\omega_p C}\right)^2}=$［イ］となる。よって，この式の解の差$\omega_{p+}-\omega_{p-}$は［ロ］となる。

⑹ $\omega_{p+}-\omega_{p-}$を小さくすると，回路に流れる電流が増大する角周波数の範囲を狭め，I_{0max}を大きくすることができる。これを実現するためには，Rはどのような状態が望ましいか。次の①～⑥の内から一つ選んで番号を答えなさい。

① $R\to\infty$　② $R\to 0$　③ $R=LC$
④ $R=\sqrt{LC}$　⑤ $R=\dfrac{1}{LC}$　⑥ $R=\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

4

図１のように，水平な平面上に固定された２本の平行なレール甲，乙と，そのレール上に置かれた電気抵抗をもつ２本の棒１，２よりなる装置がある。２本のレールは導体でできており，x軸に平行になるように間隔ℓで配置されている。レール間にはスイッチを介して静電容量Cのコンデンサーが接続されており，レール甲は接地されている。２本の棒はy軸に平行になるようにレール上に置かれ，向きを保ったままレール上をx軸の向きになめらかに動くことができる。棒１と棒２の質量をそれぞれm_1とm_2とする。また，棒１と棒２をレール間に渡したときの電気抵抗はそれぞれR_1，R_2である。$x \geqq 0$の部分には鉛直上向きに磁束密度の大きさBの一様な磁場がかけられている。$x < 0$の部分の磁束密度の大きさは０である。

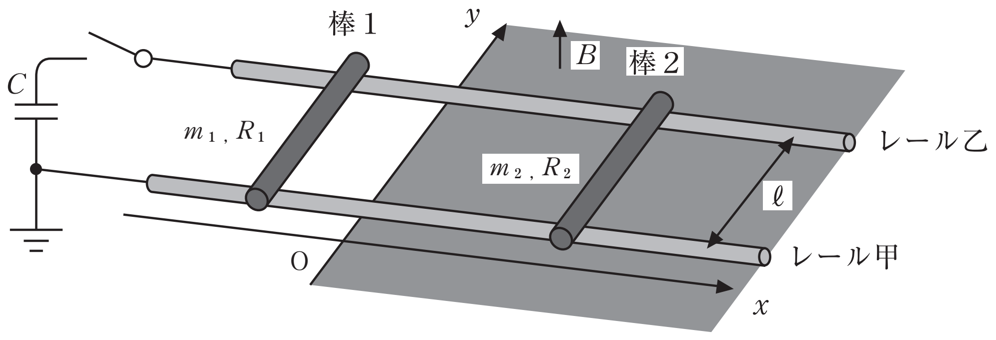


図１

レールと棒の太さは無視できるとする。レールは十分に長く，実験中に棒が端に達することはない。また，棒１と棒２は十分離れており，実験中互いに接触しないものとする。レールと棒の摩擦や空気抵抗，棒以外の電気抵抗，回路を流れる電流により発生する磁場，レール間の静電容量は無視できる。

以下では，棒を流れる電流はy軸正方向を正とし，棒の速度，運動量，棒にはたらく力はx軸正方向を正とする。解答には，小問中で指定されたもの以外に

$$m_1,\ m_2,\ R_1,\ R_2,\ \ell,\ B,\ C$$

を用いてよい。

〔A〕 まず，図２のようにスイッチを開いた状態で実験を行う。棒２を$x>0$の部分に速度が０になるようにそっと置き，棒１を$x<0$の部分から初速度$v_0(>0)$で滑らせる。

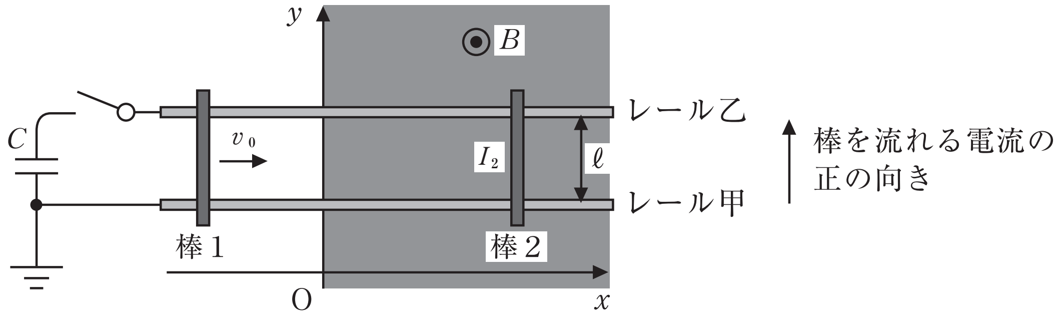


図２

(a) 棒１が$x=0$を通過した直後に棒１に流れる電流I_0を初速度v_0を用いて表せ。

(b) 以下の空欄に入る適切な数式を答えよ。

棒１が$x=0$を通過したあとのある時刻において，棒２を流れる電流をI_2とする。棒２にはたらくローレンツ力fはI_2を用いて$f=$ (ア) と与えられる。微小時間Δtあたりの棒２の速度の変化は$\Delta v_2=\dfrac{f}{m_2}\Delta t$である。このとき棒１には電流$-I_2$が流れるから棒１にはたらくローレンツ力は$-f$であり，棒１の速度の変化は$\Delta v_1=-\dfrac{f}{m_1}\Delta t$である。従って，棒１と棒２の運動量の和の変化は$m_1\Delta v_1+m_2\Delta v_2=0$であり，運動量の和$m_1v_1+m_2v_2$は時間とともに変化しない。

時間が十分経過したあと，それぞれの棒の速度が変化しなくなった。このとき，それぞれの棒にはたらくローレンツ力は０であるから，棒に電流は流れていないはずである。従って十分時間が経過したあとの棒１の速度$v_{1\infty}$と棒２の速度$v_{2\infty}$の間に，運動量保存の式とは別に，関係 (イ) が成り立つ。このことから，時間が十分経過したあとの棒１の速度$v_{1\infty}$とレール乙の電位V_∞はv_0を用いて$v_{1\infty}=$ (ウ) ，$V_\infty=$ (エ) と表すことができる。

(c) 棒１に初速度を与えてから最終的にそれぞれの棒の速度が変化しなくなるまでに，棒１で発生したジュール熱Q_1をv_0を用いて表せ。

〔B〕 今度は，図３のようにスイッチを閉じた状態で同様の実験を行う。棒２を$x>0$の部分に速度が０になるようにそっと置き，棒１を$x<0$の部分から初速度v_0(>0)で滑らせる。はじめコンデンサーは充電されていないものとする。

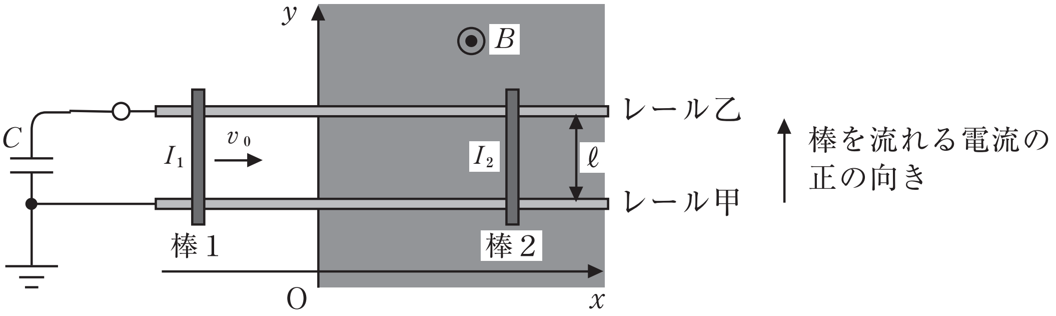


図３

(d) 以下の空欄に入る適切な数式を答えよ。

棒１が$x=0$を通過したあとのある時刻において，レール乙の電位をV，棒1と棒２を流れる電流をそれぞれI_1，I_2とし，微小時間Δtあたりの棒１と棒２の速度の変化をそれぞれΔv_1，Δv_2とする。Δtあたりの棒１と棒２の運動量の変化の合計をI_1とI_2を用いて表すと$m_1\Delta v_1+m_2\Delta v_2=$ (オ) Δtとなる。また，Δtあたりのレール乙の電位の変化ΔVをI_1とI_2を用いて表すと$\Delta V=$ (カ) Δtとなる。
これら２つの式より

$$m_1\Delta v_1+m_2\Delta v_2+\boxed{(キ)}\Delta V=0$$

が成り立つので，

$$m_1 v_1+m_2 v_2+\boxed{(キ)}V$$

は時間とともに変化しない。

(e) 十分時間が経過したあと，それぞれの棒の速度が変化しなくなった。このときの棒１の速度$v_{1\infty}$とレール乙の電位V_∞をv_0を用いて表せ。

(f) 棒１に初速度を与えてから最終的にそれぞれの棒の速度が変化しなくなるまでに，棒１と棒２で発生したジュール熱の合計Qを，棒１の初速度v_0，棒１の最終的な速度$v_{1\infty}$および最終的なレール乙の電位V_∞を用いて表せ。

第３講　波動

5

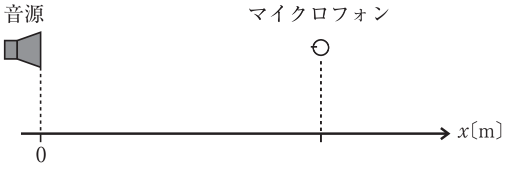


図１

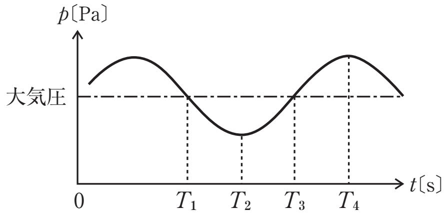


図２

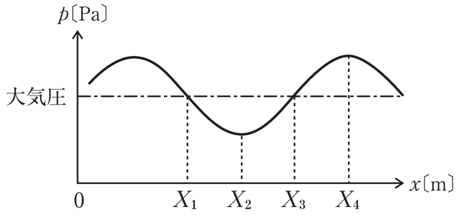


図３

図１に示すように，大気圧の空気中に，ある一定の周波数の音を出す音源があり，この音源から＋x方向の任意の位置にマイクロフォンを置き，音源から発生させた音による空気圧力を計測した。音源の位置を$x=0$として以下の問いに答えなさい。

(1)　マイクロフォンの位置を固定して時間t〔s〕と圧力p〔Pa〕との関係を計測し，図２のようなグラフを得た。大気圧と等しい圧力を計測した時刻を$t=T_1$，T_3，圧力が最小となる時刻を$t=T_2$，最大となる時刻を$t=T_4$とする。この時の空気の様子を説明する次の文章の空欄に適切な語句を入れなさい。但し，(ア)～(エ)には＋または－のどちらかを，また(オ)には，T_1，T_2，T_3，T_4のいずれかを入れなさい。

圧力が最大となる時刻T_4の直前では，空気は［(ア)］x方向に変位し，直後では［(イ)］x方向に変位する。また圧力が最小となる時刻T_2では，この直前で空気は［(ウ)］x方向に変位し，直後では［(エ)］x方向に変位する。つまり，時刻T_2とT_4では，空気の変位方向が変わる。以上より，空気が最も－x方向へ変位する時刻は，［(オ)］となることがわかる。

(2)　つぎに，ある時刻の，音源から距離x〔m〕離れた位置における圧力p〔Pa〕を図３のように得た。大気圧と等しい圧力を得た位置を$x=X_1$，X_3，圧力が最小となる位置を$x=X_2$，最大となる位置を$x=X_4$とする。この時の空気の様子を説明する次の文章の空欄に適切な語句を入れなさい。但し，(カ)～(ケ)には＋または－のどちらかを，また(コ)にはX_1，X_2，X_3，X_4のいずれかを入れなさい。

圧力が最大となる位置X_4のすぐ近くを考えると，－x方向側では空気は［(カ)］x方向に変位し，＋x方向側では［(キ)］x方向に変位している。また圧力が最小となる位置X_2のすぐ近くを考えると，－x方向側では，［(ク)］x方向に変位し，＋x方向側では［(ケ)］x方向に変位している。つまり，位置X_4及びX_2では，空気の変位方向が変わる。以上より，空気が最も－x方向に変位する位置は，［(コ)］となることがわかる。

6

空気中の音速は，力学的考察から圧力Pを密度ρで微分したものの平方根$(dP/d\rho)^{1/2}$に等しいことが判明した。そこでニュートンは，音波が伝わるときの空気の膨張・圧縮は等温的に行われると考え，空気中の音速としてある式を得た。この式は，空気中の音速は圧力によらないこと，室温近辺では温度に対して音速は一様に増大することを示すことはできたが，実測値とは異なる値を示していた。

約100年後，ラプラスは音波が伝わるときの空気の膨張・圧縮は，十分速い過程であるのでまわりの空気と熱のやり取りを行う時間はなく，断熱的に行われると考え，正しい式を得た。微分を用いなくても微小量の比と近似式を適切に利用することによって微分と同じ結果を得ることができるので，以下，圧力Pの密度ρでの微分$dP/d\rho$を微小量の比$\Delta P/\Delta\rho$に置き換え，近似式を用いてニュートンとラプラスの考えをたどってみよう。

空気は理想気体とし圧力をP，密度をρ，平均分子量をμ，絶対温度をT，等圧モル比熱と等積モル比熱の比をγ，気体定数をRとする。xの絶対値が1に比べて十分小さく，nの絶対値があまり大きくないとき，即ち$|nx| \ll 1$のとき，近似式

$$(1+x)^n \fallingdotseq 1+nx$$

が利用できる。0℃＝273Kとする。

(1)　理想気体の状態方程式は通常P，R，Tの他，気体のモル数や気体の体積を用いて表されるが，後の二つは気体の質量を考えると，密度と分子量で置き換えることができる。空気の状態方程式を，P，ρ，μ，R，Tを用いて表せ。

(2)　ニュートンの考えたように，等温過程での圧力Pと密度ρの微小変化の比$\Delta P/\Delta\rho$をμ，T，γ，Rのうち適当なものを用いて表せ。Δのつく微小量のうち，2次以上の微小量はあっても無視せよ。

(3)　(2)で求めた式によると，温度が一定であれば音速が圧力によらないことを示せ。

(4)　同じく(2)で求めた式によると，室温近辺t℃では，音速はtの一次関数で表されることを，近似を用いて示せ。

(5)　ラプラスによれば，音波が伝わるときの空気の膨張・圧縮は断熱過程である。P，V，γを用いた断熱過程に関するポアソンの式

$$PV^{\gamma}=一定$$

を，P，ρ，γを用いて一定となる量を示す式に書き換えよ。

(6) (5)で求めた式に，Pの代わりに$P+\Delta P$を，ρの代わりに$\rho+\Delta\rho$を代入してもよいことから，$\Delta P/\Delta\rho$を求めよ。近似式を用い，２次以上の微小量はあっても無視せよ。

(7) 空気中の音速の27℃での実測値は348m/sである。(6)で求めた式の近似から27℃近くのt℃における音速v_tm/sを

$$v_t=348+\alpha(t-27)$$

という形で表したい。αm/s℃の値を有効数字2桁で求めよ。

第４講　熱力学・原子分野

7

図のように，なめらかに動くピストンを持つシリンダーが鉛直に置かれており，シリンダー内には単原子分子理想気体が封入されている。シリンダーとピストンは厚さと重さが無視できる断熱材でできている。気体が封入されているシリンダー内には，体積の無視できるヒーターがついている。ピストンの上には水をためることができ，また，排水口Ａに達した水はシリンダー外へ排出される。

ピストンの上に水を深さdまでためたとき，ピストンは底面からの高さhでつりあった。このとき，気体の温度は絶対温度T_1であり，水面は排水口Ａよりもℓだけ低い位置にあった（状態１）。次に，ヒーターを用いて気体を加熱すると，ピストンはゆっくり上昇して水面がＡに到達した（状態２）。ピストンがゆっくり上昇するようにさらに加熱を続けると，Ａから水が少しずつ排出され，ピストンがＡに達したところで加熱を止めた（状態３）。シリンダーの断面積をS，水の密度をρ，大気圧をP_0，重力加速度をgとして以下の問いに答えよ。

(1)　状態１，２，３での気体の圧力P_1，P_2，P_3をそれぞれ求めよ。

(2)　状態２での気体の温度T_2は，状態１での気体の温度T_1の何倍か答えよ。

(3)　状態３での気体の温度T_3は，状態１での気体の温度T_1の何倍か答えよ。

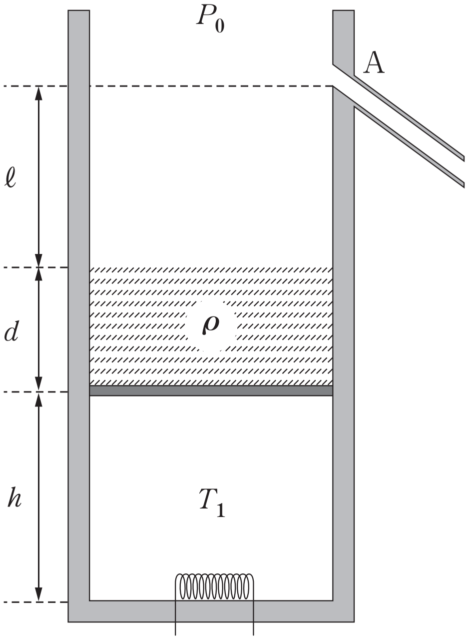
(4)　状態１から状態２へ変化する間に気体がした仕事W_{12}を求めよ。

(5)　状態１から状態２へ変化する間に気体が受け取った熱量Q_{12}を求めよ。

(6)　状態２から状態３へ変化する間の気体の圧力Pと気体の体積Vの関係式を求めよ。
また，その関係を縦軸にP，横軸にVをとったグラフに示せ。

(7)　状態２から状態３へ変化する間に気体がした仕事W_{23}を求めよ。

(8)　状態２から状態３へ変化する間に気体が受け取った熱量Q_{23}を求めよ。



P0
A
ℓ
d
ρ
h
T1

8

水素原子の線スペクトルは，電子と原子核(陽子)の間に働く力に関する基礎的な情報を与える。この力の性質を詳しく調べるため，以下では一つの水素原子内にある電子と原子核の間にはたらく力のみを考え，ボーアの仮説に従って，電子が原子核の位置を中心とした円運動をすると考えよう。プランク定数をh，電子の質量をm，原子核の質量をM，電子の電荷の大きさ(電気素量)をe，真空中のクーロンの法則の比例定数をk_0，万有引力定数をGとする。

ボーアの量子条件とは，電子が原子核を中心として半径rの円運動をしていると仮定した際に，電子の軌道の一周の長さが電子のド・ブロイ波長の自然数倍であるという条件のことである。速さvで運動している電子のド・ブロイ波長は$\lambda=\dfrac{h}{mv}$で与えられる。以下の問に答えよ。

問１　ボーアの量子条件から，電子の速さvを，h，m，r，および自然数nを用いて表せ。

問２　水素原子内で，電子は原子核からクーロン力を受ける。円運動の運動方程式とボーアの量子条件から，電子の軌道半径rが求まる。最小の軌道半径(ボーア半径)を，k_0，m，e，hを用いて表せ。

問３　電子と水素原子核の間には，万有引力も働いているはずである。ニュートンの万有引力とクーロン力の大きさの比sは，$s=\dfrac{GMm}{k_0e^2}$と与えられる。クーロン力に加えてニュートンの万有引力も考慮したとき，最小の軌道半径は，万有引力を考慮しないときに比べて何倍になるか。sを用いて表せ。

実は，物体間の距離がおよそ0.1ミリメートルよりも短い場合には，ニュートンの万有引力の法則は実験的に確認されていない。そこで，万有引力の法則に修正が必要な可能性を探ってみよう。力の大きさFが式(1)のように距離rの３乗に反比例する仮想的な修正万有引力の法則を考える。

$$F = G'\frac{Mm}{r^3} \tag{1}$$

力は常に引力であるとし，修正万有引力定数G'は正であるとする。ただし，問２のボーア半径において修正万有引力の大きさはクーロン力の大きさに比べて十分小さいものとする。

問４　このとき，ボーアの量子条件を用いて最小の軌道半径を求めると，問２の結果に比べて$(1-\delta)$倍になった。正の定数δを，h，m，M，G'，k_0，eのうち必要なものを用いて表せ。

問５　式(1)で表される修正万有引力の法則は，通常のニュートンの万有引力の法則とは異なっている。（この違いは空間次元数の変化に対応していることが知られている。）そこで，ある距離Rを境に，長距離$(r>R)$では通常の万有引力の法則であるが，近距離$(r<R)$では修正万有引力の法則(1)になっていると考えよう。これらの法則の間に矛盾がないためには，距離$r=R$においてそれぞれの法則が同じ大きさの力を与える必要があるため，次の式が成立するとしよう。

$$G\frac{Mm}{R^2} = G'\frac{Mm}{R^3}$$

例として$R=1\times10^{-4}$メートルと仮定する場合に，問３で導入したsの観測値が$s \fallingdotseq 4\times10^{-40}$であることと，問２の最小軌道半径がおよそ$5\times10^{-11}$メートルであることを用いて問４の$\delta$の値を有効数字１桁で求めよ。

テキスト解答

第１講　解答

1

(1)　x 成分：$-mg\sin\theta$

　　y 成分：$-mg\cos\theta$

(2)　速度の x 成分：$v_0\cos\alpha-(g\sin\theta)t$

　　速度の y 成分：$v_0\sin\alpha-(g\cos\theta)t$

(3)　x 座標：$(v_0\cos\alpha)t-\dfrac{1}{2}(g\sin\theta)t^2$

　　y 座標：$(v_0\sin\alpha)t-\dfrac{1}{2}(g\cos\theta)t^2$

(4)　$\dfrac{2v_0\sin\alpha}{g\cos\theta}$

(5)　$\dfrac{2{v_0}^2\sin\alpha}{g\cos^2\theta}(\cos\theta\cos\alpha-\sin\theta\sin\alpha)$

(6)　$\alpha=\dfrac{\pi}{4}-\dfrac{\theta}{2}$　　$l_{\mathrm{max}}=\dfrac{{v_0}^2}{g(1+\sin\theta)}$

(7)　$\tan\alpha\tan\theta=\dfrac{1}{2}$

(8)　$v_1=\dfrac{v_0}{\sqrt{4\tan^2\theta+1}}$

(9)　$\dfrac{2ev_1}{g\cos\theta}$

(10)　$\dfrac{2ev_1}{(1-e)g\cos\theta}$

2

(1)　$\dfrac{l}{\sqrt{2}\,v_0}$〔s〕

(2)　$-\dfrac{v_0}{3\sqrt{2}}$〔m/s〕

(3)　$\dfrac{5v_0}{3\sqrt{2}}$〔m/s〕

(4)　$\dfrac{v_0}{\sqrt{2}}-\dfrac{gl}{\sqrt{2}\,v_0}$〔m/s〕

(5)　$\dfrac{v_0}{3\sqrt{2}}$〔m/s〕

(6)　$\dfrac{{v_0}^2}{4g}$〔m〕

(7)　$\dfrac{l}{3}+\dfrac{{v_0}^2}{3g}$〔m〕

(8)　$l+2v_0\sqrt{\dfrac{m}{3k}}$〔m〕

(9)　$l+\dfrac{2{v_0}^2}{3g}$〔m〕

第２講　解答

3

(1) V_R：①　V_L：⑤　V_C：⑨

(2) $I_0\sqrt{R^2+\left(\omega L-\dfrac{1}{\omega C}\right)^2}$

(3) $\dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

(4) $\dfrac{1}{400\pi^2 C}$

(5) イ：$\sqrt{2}R$　ロ：$\dfrac{R}{L}$

(6) ②

4

〔A〕

(a) $-\dfrac{Blv_0}{R_1+R_2}$

(b) (ア) BI_2l　(イ) $v_{1\infty}=v_{2\infty}$

(ウ) $\dfrac{m_1}{m_1+m_2}v_0$　(エ) $-\dfrac{m_1Blv_0}{m_1+m_2}$

(c) $\dfrac{R_1m_1m_2}{2(R_1+R_2)(m_1+m_2)}v_0^2$

〔B〕

(d) (オ) $Bl(I_1+I_2)$　(カ) $\dfrac{I_1+I_2}{C}$　(キ) $-CBl$

(e) $v_{1\infty}=\dfrac{m_1}{m_1+m_2+C(Bl)^2}v_0$

$V_\infty=\dfrac{m_1Blv_0}{m_1+m_2+C(Bl)^2}$

(f) $\dfrac{1}{2}m_1v_0^2-\left\{\dfrac{1}{2}(m_1+m_2)v_{1\infty}^2+\dfrac{1}{2}CV_\infty^2\right\}$

第３講　解答

5

(ア)　－　(イ)　＋　(ウ)　＋　(エ)　－　(オ)　T_3

(カ)　＋　(キ)　－　(ク)　－　(ケ)　＋　(コ)　X_1

6

(1)　$\dfrac{P}{\rho}=\dfrac{RT}{\mu}$

(2)　$\dfrac{\varDelta P}{\varDelta\rho}=\dfrac{RT}{\mu}$

(3)　音速は$\sqrt{\dfrac{RT}{\mu}}$なので，圧力によらない。

(4)　$\sqrt{\dfrac{273R}{\mu}}\left(1+\dfrac{t}{546}\right)$

(5)　$P\rho^{-\gamma}=$ 一定

(6)　$\dfrac{\varDelta P}{\varDelta\rho}=\dfrac{\gamma RT}{\mu}$

(7)　0.58〔m/s℃〕

第４講　解答

7

(1) $P_1=P_2=P_0+\rho dg$　　$P_3=P_0$

(2) $\dfrac{h+l}{h}$(倍)

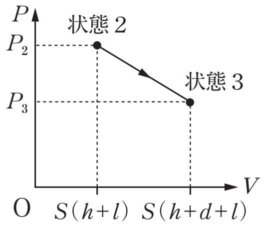
(3) $\dfrac{P_0(h+d+l)}{(P_0+\rho dg)h}$(倍)

(4) $(P_0+\rho dg)Sl$

(5) $\dfrac{5}{2}(P_0+\rho dg)Sl$

(6) 関係式：$P=P_0+\rho\left(h+d+l-\dfrac{V}{S}\right)g$

グラフ：



(7) $\dfrac{1}{2}Sd(2P_0+\rho dg)$

(8) $\dfrac{5}{2}P_0Sd+\dfrac{1}{2}Sd(d-3h-3l)\rho g$

8

問１　$n\dfrac{h}{2\pi rm}$

問２　$\dfrac{h^2}{4\pi^2k_0e^2m}$

問３　$\dfrac{1}{1+s}$(倍)

問４　$\dfrac{4\pi^2G'Mm^2}{h^2}$

問５　8×10^{-34}

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。